Jurnal Riset Teknologi Pertambangan (J-Ristam)
Volume 4 No. 2/2024 ISSN 2621-3869

RANCANGAN SISTEM PENYALIRAN PADA BLOK C PT PUTERA KENDARI SEJAHTERA KECAMATAN LASOLO KABUPATEN KONAWE UTARA PROVINSI SULAWESI TENGGARA

Mikdarul Alfan[1], Deniyatno[1], Wahab[1]

[1)]Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Halu Oleo
Kampus Bumi Hijau Tri Dharma Anduonohu, Kendari, Indonesia 93231

Intisari

Sistem penyaliran merupakan metode atau teknik penanggulangan air pada tambang terbuka. Metode penyaliran bersifat mencegah dan mengendalikan air yang masuk ke dalam lokasi penambangan. Perseroan Terbatas (PT) Putera Kendari Sejahtera saat ini sedang melakukan kegiatan penambangan pada blok B yang memiliki luas 21 Ha dengan kondisi sebagian *front* penambangan tergenang air. Hal ini disebabkan karena rancangan sistem penyaliran yang dibuat tidak sesuai dengan volume air yang masuk ke area penambangan. Adanya rencana pembukaan Blok C dengan luas 23 Ha, mengharuskan perusahaan membuat perencanaan yang matang agar kejadian yang terjadi di Blok B tidak terulang pada Blok C. Rancangan saluran yang dibuat berbentuk trapezium dengan dimensi saluran berdasarakan besarnya debit air limpasan, sehingga perancangan saluran dibuat berdasarkan debit air pada periode ulang 25 tahun yaitu sebesar 1,562 m^3/detik dengan dimensi berupa saluran tinggi salurah basah 0,511 meter, tinggi saluran 0,588 meter, lebar dasar saluran 0,68 meter dan lebar permukaan saluran 1,39 meter. Kolam pengendapan yang dirancang memiliki 4 kompartemen yaitu *sediment zone*, *safety pond* zone, *treatment facilities* zone, dan *mud zone*. Kolam pengendapan yang dirancang memiliki lebar kolam pengendapan sebesar 15 meter dengan panjang 90 meter dan tinggi 5 meter.

Kata kunci: Sistem Penyaliran, *Front*, *Trapezium*, Debit Air Limpasan, Saluran, Kolam Pengendapan

ABSTRACT

The drainage system is a method or technique of water management in open pit mines. Drainage methods prevent and control water entering the mining location The Putera Kendari Sejahtera Limited Liability Company (PT) is currently carrying out mining activities in block B which has an area of 21 Ha with partiallyfront waterlogged mining. This is because the design of the drainage system is not suitable for the volume of water entering the mining area. There is a plan to open Block C with an area of 23 Ha, requiring the company to make a mature plan so that the incident that happened in Block B is not repeated in Block C.The channel design is made in the form of a trapezium with channel dimensions based on the amount of runoff water discharge, so that the channel design is made based on the water discharge in the 25 year return period, which is 1.562 m^3/second with dimensions of 0.511 meter high wet channel, 0.588 meter high channel, 0.68 meter wide channel base and 1.39 meter wide channel surface. The designed settling pond has 4 compartments, namely the sediment zone, pond safety zone, treatment facilities zone, and mud zone. The designed settling pond has a settling pond width of 15 meters with a length of 90 meters and a height of 5 meters.

Keywords: *Drainage System, Front, Trapezium, Runoff Water Discharge, Channels, Settling Pool*

1. PENDAHULUAN

Sistem penyaliran merupakan metode atau teknik penanggulangan air pada tambang terbuka. Metode penyaliran bersifat mencegah dan mengendalikan air yang masuk ke dalam lokasi penambangan. Penanganan masalah air dalam tambang terbuka dapat dibedakan menjadi 2, yaitu *mine drainage* dan *mine dewatering*. *Mine drainage* merupakan upaya untuk mencegah masuk atau mengalirnya air ke tempat pengaliran. Hal ini umumnya dilakukan untuk penanganan air tanah dan air yang berasal dari sumur air permukaan. *Mine dewatering* merupakan upaya untuk mengeluarkan yang telah masuk ke tempat penggalian terutama untuk penanganan air hujan.

Perseroan Terbatas (PT) Putera Kendari Sejahtera saat ini sedang melakukan kegiatan penambangan pada blok B yang memiliki luas 21 Ha dengan kondisi sebagian *front* penambangan tergenang air. Akibat adanya genangan air yang

tertinggal di area penambangan tersebut dengan volume yang besar, perusahaan berusaha keras untuk dapat mengeluarkan air tersebut. Hal ini disebabkan karena rancangan sistem penyaliran yang dibuat tidak sesuai dengan volume air yang masuk ke area penambangan.

Faktor kendala dalam kegiatan penambangan salah satunya adalah tingginya curah hujan. Pemilihan metode pengeringan yang tepat sangat penting untuk keberhasilan operasi dan tergantung pada beberapa faktor yaitu kondisi hidrologi dan hidrogeologi, lokasi tambang, metode penambangan dan biaya yang dibutuhkan. Adanya rencana pembukaan Blok C dengan luas 23 Ha, mengharuskan perusahaan membuat perencanaan yang matang agar kejadian yang terjadi di Blok B tidak terulang pada Blok C. Berdasarkan hal tersebut, sehingga penulis melakukan penelitian yang berkaitan dengan "Rancangan Sistem Penyaliran Pada Blok C PT. Putera Kendari Sejahtera Kecamatan Lasolo Kabupaten Konawe Utara Provinsi Sulawesi Tenggara".

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi adalah perjalanan air dari permukaan air laut ke atmosfer kemudian ke permukaan tanah dan kembali lagi ke laut yang tidak pernah berhenti. Air tersebut akan tertahan sementara di sungai, danau/waduk, dan dalam tanah sehingga dapat dimanfaatkan oleh makhluk hidup lainnya (Verrina dkk., 2013).

Gambar siklus air, dapat dilihat pada **gambar 1** berikut.



Gambar 1. Siklus hidrologi (Sumber: Winarno dkk., 2010)

2.2 Sistem Penyaliran Tambang

Sistem penyaliran tambang adalah suatu upaya yang diterapkan pada kegiatan penambangan untuk mencegah, mengeringkan, atau mengalirkan air yang masuk ke dalam bukaan tambang. Upaya ini dimaksudkan untuk mencegah terganggunya aktivitas penambangan akibat adanya air dalam jumlah yang berlebihan, terutama pada musim hujan (Cahyadi dkk., 2019).

Mine dewatering merupakan upaya untuk mengeluarkan air yang telah masuk ke *front* penambangan. Upaya ini terutama untuk menangani air yang berasal dari air hujan yang masuk kedalam *front* penambangan. Upaya mengeluarkan air dari dalam *front* penambangan dilakukan dengan pemompaan (Khusairi dkk., 2021).

2.3 Air Tanah

Air tanah adalah air yang terdapat dalam lapisan tanah atau bebatuan di bawah permukaan tanah. Air tanah merupakan salah satu sumber daya air selain air sungai dan air hujan, air tanah juga mempunyai peranan yang sangat penting terutama dalam menjaga keseimbangan dan ketersediaan bahan baku air untuk kepentingan rumah tangga (domestik) maupun untuk kepentingan industri. Dibeberapa daerah, ketergantungan pasokan air bersih dan air tanah telah mencapai ± 70%.

2.4 Pengelolaan Data Curah Hujan

Sumber utama air yang masuk ke lokasi penambangan adalah air hujan, sehingga besar kecilnya curah hujan yang terjadi di sekitar lokasi penambangan akan mempengaruhi banyak sedikitnya air tambang yang harus dikendalikan.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam merancang sistem penyaliran tambang pada tambang terbuka adalah sebagai berikut.

2.4.1. Analisis Data Curah Hujan

Intensitas hujan adalah tinggi curah hujan dalam periode tertentu yang dinyatakan dalam satuan mm/jam. Simpangan baku adalah besar perbedaan dari nilai sampel terhadap nilai rata-rata diperoleh dengan menggunakan persamaan 1 berikut (Putri, 2014):

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (1)$$

Keterangan :

S = Simpangan baku
$\bar{x}i$ = Nilai varian *skewness*
$\bar{x}$ = Nilai rata-rata varian
n = Jumlah data

Koefisien variasi adalah ukuran persebaran yang dinormalkan dari suatu distribusi probabilitas. Harga mutlak dari koevisien variasi kadang-kadang dikenal dengan nama simpangan baku relatif (Setiawan, 2012).

$$C_v = \left(\frac{S}{\bar{x}}\right) 100\% \quad (2)$$

Keterangan :

C_v = Koefisien Varian
S = Simpangan baku
$\bar{x}$ = Nilai rata-rata varian

Kemencengan (*skewness)* adalah suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidak simetrisan dari suatu bentuk distribusi yang dapat diketahui dengan menggunakan persamaan 3 berikut (Upomo dan Kusumawardani., 2016).

$$Cs = \frac{n\sum_{i=1}^{n}(X_i - \overline{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3} \quad (3)$$

Keterangan :

Cs = Koefisien *skewness*
X_i = Nilai variasi ke i
$\overline{x}$ = Nilai rata-rata varian
n = Jumlah data

Kurtosis adalah derajat ketinggian puncak atau keruncingan suatu distribusi. Koefisien kurtosis diberikan oleh persamaan 4 (Upomo dan Kusumawardani., 2016).

$$Ck = \frac{n\sum_{i=1}^{n}(X_i-\overline{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \quad (4)$$

Keterangan :

Ck = Koefisien kurtosis
x_i = Nilai varian ke i
$\overline{x}$ = Nilai rata-rata varian
n = Jumlah data
S = Standar Deviasi

Dalam ilmu statistik dikenal beberapa Untuk menentukan dugaan (hipotesa) distribusi (sebaran) data sesuai parameter statistik tabel 1 berikut (Fasdarsyah, 2014).

Tabe1 1. Syarat-Syarat Batas Penentuan Sebaran

No	Jenis Distribusi	Syarat
1	Normal	Cs = 0, Ck = 0
2	Log-normal	Cs =4,55,Cv = 44,82
3	Gumbel	Cs ≤ 1,1396, Ck ≤ 5,4002
4	Log-pearson III	Cs bukan 0

Sumber: (Lashari dkk., 2017)

2.4.2. Analisis Rata-Rata Curah Hujan

Pengolahan data curah hujan dapat ditentukan dengan beberapa metode yakni:

a. Metode rata-rata aljabar

Perhitungan dengan cara rata-rata aljabar (*mean arithmetic method*) adalah dengan membagi rata pengukuran pada semua stasiun hujan dengan jumlah stasiun dalam daerah aliran sungai yang bersangkutan (Kustamar, 2019). Jika dirumuskan dalam persamaan 5 adalah sebagai berikut (Lashari dkk., 2017).

$$\overline{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \cdots + x_n}{n} \quad (5)$$

Keterangan :

$\overline{x}$ = Curah hujan rata-rata
x_i = Curah hujan ditiap titik pengamatan (mm)
n = Banyak data

b. Metode Poligon Thiessen

Cara ini memberikan proporsi luasan daerah pengaruh pos penakar hujan (faktor pembobot) untuk mengakomodasi ketidakseragaman jarak.

$$\overline{x} = \frac{A_1x_1 + A_2x_2 + A_3x_3 + \cdots + A_nx_n}{A_1 + A_2 + \cdots + A_n} \quad (6)$$

Keterangan :

$\overline{x}$ = Curah hujan rata-rata (mm)
xi = Curah hujan di tiap pengamatan (mm)
Ai = Luas daerah yang mewakili tiap titik pengamatan (km^2)

c. Metode Isohyet

Metode *Isohyet* adalah garis yang mengubungkan titik-titik dengan kedalaman hujan yang sama. Pada metode *Isohyet*, dianggap bahwa hujan pada suatu daerah di antara dua garis *Isohyet* adalah merata dan sama dengan nilai rata-rata dari kedua garis *Isohyet* tersebut.

$$\overline{x} = \frac{A_1\left(\frac{x_1 + x_2}{2}\right) + A_2\left(\frac{x_1 + x_2}{2}\right) + \cdots + A_n\left(\frac{x_n + x_{n+1}}{2}\right)}{A_1 + A_2 + \cdots + A_n} \quad (7)$$

Keterangan :

$\overline{x}$ = Rata-rata curah hujan wilayah (mm)
xi = Curah hujan stasiun (mm)
Ai = Luas wilayah antara 2 stasiun (km^2)

2.4.3. Periode Ulang Hujan

Acuan untuk menentukan periode ulang hujan (PUH) dapat dilihat pada tabel 2 berikut:

Tabel 2. Acuan Untuk Menentukan Periode Ulang Hujan Rencana

Keterangan	Periode Ulang Hujan
Daerah terbuka	0,5
Sarana tambang	2-5
Lereng-lereng tambang dan penimbunan	5-10
Sumuran utama	10-25
Penyaliran keliling tambang	25
Pemindahan aliran sungai	100

Sumber: Putri, 2014

2.4.4. Analisis Curah Hujan Rencana

Pengolahan data curah hujan dapat ditentukan dengan beberapa metode (Cahyadi dkk., 2019). Berikut ini distribusi frekuensi yang paling banyak digunakan dalam bidang hidrologi

a. Distribusi Normal

Perhitungan curah hujan rencana menurut metode distribusi normal (Purba dkk., 2021) mempunyai persamaan sebagai berikut :

$$X_T = \frac{K_T - \bar{x}}{S} \quad (8)$$

Keterangan :
X_T = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang Tahun
$\bar{x}$ = Nilai rata-rata variat (mm)
K_T = Faktor frekuensi
S = Simpangan baku atau standar Deviasi

b. Distribusi Log Normal

Perhitungan curah hujan menurut distribusi log normal memiliki persamaan sebagai berikut (Widyawati dkk., 2020) :

$$\log X_T = \overline{\log x} + k \, . S_{(\log x)} \quad (9)$$

Keterangan :
X_T = Curah hujan periode ulang T tahunan
$\overline{\log x}$ = Rata-rata nilai logaritma x hasil pengamatan
k = Faktor frekuensi
S = Simpangan baku

c. Distribusi Gumbel

Perhitungan curah hujan menurut distribusi *Gumbel* ditentukan berdasarkan persamaan sebagai berikut (Putri, 2014)

$$X_r = \bar{x} + \frac{S}{S_n}(Y_t - Y_n) \quad (10)$$

Keterangan :
X_r = Curah hujan rencana (mm/hari)
$\bar{x}$ = Curah hujan rata-rata (mm/hari)
S = Standar deviasi nilai curah hujan dari data
Sn = Standar deviasi dari reduksi variat, tergantung dari jumlah data (n)
Yt = Nilai reduksi variat dari variabel yang diharapkan terjadi pada periode ulang hujan (PUH)
Yn = Nilai rata-rata dari reduksi variat, tergantung dari jumlah data

Untuk menentukan nilai Yn (*reduced mean)* dapat mengacu pada tabel 2.3, atau dengan rumus sebagai berikut (Putri, 2014)

$$Y_n = -\ln\left[-\ln\left\{\frac{n+1-m}{n+1}\right\}\right] \quad (11)$$

Keterangan :
n = Jumlah sampel
m = urutan sampel (m = 1,2,3,....)

Tabel 3. *Reduced Mean (Yn)*

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,49	0,49	0,50	0,50	0,51	0,51	0,51	0,51	0,52	0,52
20	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,53	0,58	0,58	0,53	0,53
30	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54
40	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54
50	0,54	0,54	0,54	0,54	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
60	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
70	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
80	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
90	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
100	0,56									

Sumber: Lubis, 2016

Nilai Yt adalah nilai faktor reduksi Gumbel, merupakan fungsi dari besarnya peluang atau periode ulang. Untuk menghitung *reduced variate* dapat mengacu dengan menggunakan persamaan berikut (Putri, 2014).

$$Y_t = -\ln\left[-\ln\left\{\frac{t-1}{t}\right\}\right] \quad (12)$$

Keterangan :
Yt = Nilai *Reduced Variate*
t = Periode ulang (tahun)

Nilai Standar deviasi variasi reduksi dapat ditentukan dengan mengacu pada tabel 2.4 atau menggunakan rumus sebagai berikut (Sepniko dkk., 2018).

$$S_n = \sqrt{\frac{\sum(Y_n - \overline{Y_n})^2}{n-1}} \quad (13)$$

Keterangan :
Sn = Standar deviasi dari reduksi variat, tergantung dari jumlah data (n)
Yn = Nilai rata-rata dari reduksi varian
n = Jumlah sampel

Tabel 4. *Reduced Standar Deviation (Sn)*

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,94	0,96	0,98	0,99	1,00	1,02	1,03	1,04	1,04	1,05
20	1,06	1,06	1,07	1,08	1,08	1,09	1,09	1,10	1,10	1,10
30	1,11	1,11	1,11	1,12	1,12	1,12	1,13	1,13	1,13	1,13
40	1,1	1,14	1,14	1,14	1,14	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
50	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,17	1,17	1,17
60	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
70	1,18	1,18	1,18	1,1	1,18	1,18	1,19	1,19	1,19	1,19
80	1,19	1,19	1,19	1,195	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,20
90	1,20	1,20	1,20	1,20	1,2	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
100	1,20									

Sumber: Lubis, 2016

d. *Distribusi Log Person III*

Bentuk distribusi log pearson tipe III merupakan hasil tranformasi dari distribusi log pearson tipe III dengan menggantikan *variate*

menjadi nilai logaritmatik. Perhitungan curah hujan menurut distribusi log pearson tipe III memiliki persamaan sebagai berikut (Alabio dan Lestari, 2016) :

$$\log X_{Tr} = \overline{\log x} + K_{Tr}.(S_{\log x}) \quad (14)$$

Keterangan :

$Log\ X_T$ = Besarnya curah hujan dengan periode Ulang T tahun

$\overline{\log x}$ = Rata-rata nilai logaritma X hasil pengamatan

KT = Faktor frekuensi

$S_{(\log x)}$ = Simpangan baku nilai logaritma data X hasil pengamatan

2.4.5. Intensitas curah hujan

Intensitas curah hujan adalah jumlah curah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume hujan tiap satuan waktu, yang terjadi pada satu kurun waktu air hujan terkonsentrasi. Metode perhitungan untuk menentukan intensitas hujan menggunakan metode Mononobe sebagai berikut: (Siahaan dkk., 2017).

$$I = \frac{R_{24}}{24}\left(\frac{24}{t}\right)^{\frac{2}{3}} \quad (15)$$

Keterangan :

I = Intensitas Curah Hujan (mm/jam)

R24 = Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)

t = Durasi Hujan (jam)

Pada tabel 5 berikut ini dapat dilihat hubungan antara derajat hujan dengan intensitas hujan dan kondisi lingkungan saat terjadinya hujan.

Tabel 5. Derajat dan Intensitas Hujan

Derajat Hujan	Intensitas Curah Hujan (mm/menit)	Kondisi
Hujan sangat lemah	0,02	Tanah agak basah
Hujan lemah	0,02-0,05	Tanah menjadi basah
Hujan normal	0,05-0,25	Bunyi curah hujan terdengar
Hujan deras	0,25-1,0	Air tergenang di seluruh permukaan tanah dan terdengar bunyi dari genangan
Hujan sangat deras	>1,0	Hujan seperti ditumpahkan, saluran *drainase* meluap

Sumber: Putri, 2014

2.4.6. Daerah Tangkapan Hujan

Pengamatan langsung di lapangan dan analisis peta topografi bertujuan untuk mengetahui elevasi tertinggi hingga terendah, luas *cathment area* dan arah aliran air limpasan (*run off*). *Cathment area* biasanya dibatasi berupa perbukitan, sebab daerah tersebut akan mengumpulkan serta mengalirkan air hujan (Syarifuddin dkk., 2017).

2.4.7. Debit Air Limpasan

Untuk menentukan debit air limpasan maksimum dapat dilakukan dengan persamaan rasional yaitu (Siahaan dkk., 2017)

$$Q = 0{,}278 \times C \times I \times A \quad (16)$$

Keterangan :

Q = Debit air limpasan maksimum (m^3/s)

C = Koefisien Limpasan

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

A = Luas daerah tangkapan hujan

Nilai koefisien limpasan metode *Hassing* dapat dilihat pada **Tabel 6** berikut.

Tabel 6. Nilai koefisien limpasan metode *Hassing*

No	Tutupan Lahan (Cv)	Nilai Cv	C
1	Semak belukar	0.07	Koefisien Limpasan (C) = Cv + Cs + Ct
2	Sawah	0.15	
3	Semak belukar rawa	0.07	
4	Permukiman	0.6	
5	Tanah terbuka	0.2	
6	Perkebunan	0.4	
7	Pertanian lahan kering	0.1	
8	Hutan lahan kering sekunder	0.2	
9	Pertanian bercampur dengan semak	0.1	
No	**Tutupan Tanah/Batuan (Cs)**	**Nilai Cs**	
1	Qs (pasir, Lanau, lempung)	0.16	
2	Qa (Bongkah, kerikil)	0.04	
3	QTk (lapisan batuan)	0.26	
4	Tmpm (lapisan Batuan)	0.26	
5	Tma (lapisan batuan)	0.26	
No	**Kelerangan (Ct)**	**Nilai Ct**	
1	Datar (<1%)	0.03	
2	Sangat Landai (2-10%)	0.08	
3	Landai (11-20%)	0.16	

Sumber: Viandaru dan Jati., 2020

Sehingga untuk menentukan nilai C dapat ditentukan dengan rumus berikut:

$$C = Cv + Cs + Ct \quad (17)$$

Keterangan :

C = Koefisien limpasan

Ct = Nilai Koefisien berdasarkan topografi

Cs = Nilai koefisien berdasarkan jenis tanah

Cv = Nilai koefisien berdasarkan jenis vegetasi

2.5 Saluran terbuka (*drainase*)

Saluran terbuka berfungsi untuk menampung air limpasan pada suatu daerah dan mengalirkannya ke kolam pengendapan. Saluran terbuka yang dibuat harus tahan terhadap gerusan aliran air, sehingga tidak menimbulkan erosi pada dinding saluran. Bentuk saluran terbuka pada umumnya ada beberapa macam antara lain bentuk segiempat, bentuk segitiga, bentuk segitiga, dan bentuk trapesium. Dimensi saluran terbuka dibuat menyesuaikan dengan debit air limpasan pada daerah tangkapan hujan (Cahyadi dkk., 2019).

Untuk menghitung dimensi saluran adalah dengan rumus *Robert Manning* (Purwaningsih dan Suhariyanto., 2015):

$$Q = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \times A \quad (18)$$

Keterangan :

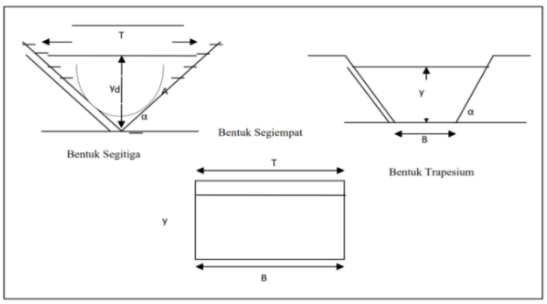
Q = Debit (m^3/S)
R = Jari-jari hidrolik (m)
S = Kemiringan saluran (%)
A = Luas penampang basah (m2)
n = Koefisien kekerasan manning

Tabel 7. Koefisien kekerasan dinding saluran berdasarkan persamaan *manning*

Bahan dinding saluran	Koefisien *manning*
Besi tulang tipis	0,014
Kaca	0,010
Saluran beton	0,013
Bata dilapisi motar	0,015
Pasangan batu di sedimen	0,025
Seluruh tanah	0,030
Saluran dengan dasar batu dan tebing rumput	0,040
Saluran pada galian batu padat	0,040

Sumber: Putri., 2014

Sistem penyaliran itu sendiri terdapat beberapa bentuk penampang saluran yang dapat digunakan. Bentuk penampang saluran diantaranya bentuk segiempat, bentuk segitiga dan bentuk trapesium dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Bentuk-bentuk penampang saluran terbuka (Putri, 2014)

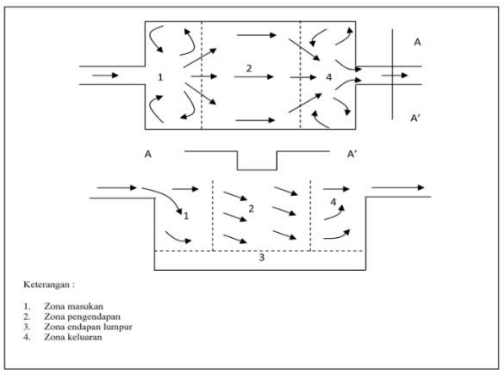
2.6 Kolam pengendapan (*sediment pond)*

Sediment *pond* merupakan suatu tempat yang digunakan untuk menampung atau menyimpan sementara air yang berasal dari saluran sebelum disalurkan kembali ke sungai atau digunakan untuk kebutuhan perusahaan. Air yang ditampung harus didiamkan sampai nilai baku mutu dari air sudah mendekati netral sehingga tidak berbahaya bila digunakan oleh makhluk hidup. Ukuran dari *sediment pond* harus disesuaikan dengan jumlah air yang akan ditampung sehingga air yang berasal dari *pit* penambangan dapat teratasi, *sedimnet pond* akan dibuat menjadi beberapa zona dimana air akan masuk ke masing-masing zona dengan cara bertahap sehingga proses pengendapan akan berjalan dengan baik, setelah tiba di zona terakhir makan air tersebut akan dicek nilai baku mutunya dan akan di diamkan sampai nilai baku mutu air menjadi netral (Marwan dkk., 2016).

Zona kolam pengendapan yang ditunjukan pada gambar berikut :

1. Zona masukan merupakan tempat masuknya aliran berlumpur kedalam kolam pengendapan dengan anggapan campuran antara padatan dan cairan terdistribusi secara merata.
2. Zona pengendapan, merupakan tempat dimana partikel akan mengendap. Material padatan disini akan mengalami proses pengendapan disepanjang saluran masing-masing.
3. Zona endapan lumpur, merupakan tempat dimana partikel padatan dalam cairan mengalami sedimentasi dan terkumpul dibagian bawah saluran.
4. Zona keluaran, merupakan tempat keluarnya buangan cairan relatif bersih, zona ini terletak pada akhir saluran.

Zona-zona pada kolam pengendapan dapat dilihat pada **Gambar 3** berikut.



Gambar 3. Zona-zona kolam pengendapan

Parameter-parameter yang diperhitungkan dalam perancangan kolam pengendap antara lain sebagai berikut (Purwaningsih dan Suhariyanto, 2015).

2.6.1. Berat padatan

Berat padatan yang dimaksud adalah berat padatan material permukaan masuk ke kolam pengendap melalui saluran. Berat padatan dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$m_{solid} = \%\ solid \times Q_{mat} \times \rho_{solid} \quad (19)$$

Keterangan :

M_{solid} = Berat padatan material (kg/jam)
%solid = Persen padatan yang akan masuk ke kolam pengendapan (%)
Qmat = Debit air yang masuk ke kolam pengendapan (m3/jam)
ρ_{solid} = Kerapatan partikel padatan (kg/m3)

2.6.2. Berat air

Berat air yang dimaksud adalah berat air per m^3 yang akan masuk ke kolam pengendap melalui saluran. Berat air dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$m_{air} = \%\ air \times Q_{mat} \times \rho_{air} \quad (20)$$

Keterangan :

M_{air} = Berat padatan material (kg/jam)
%air = Persen air yang akan masuk ke kolam pengendapan (%)
Qmat = Debit air yang masuk ke kolam pengendapan (m3/jam)
ρ_{air} = Kerapatan partikel padatan (kg/m3)

2.6.3. Volume padatan perdetik

Volume padatan dihitung dengan menggunakan persamaan (Aziz dan Kasim, 2018).

$$V_{sol} = \frac{m_{sol}}{\rho_{sol} \times 3600} \quad (21)$$

Keterangan :

V_{sol} = Volume padatan (m^3/detik)
msol = Berat padatan material (kg/jam)
ρ_{sol} = Kerapatan partikel padatan (kg/m3)

2.6.4. Volume Air Per Detik

Volume air dihitung dengan menggunakan persamaan (Aziz dan Kasim, 2018).

$$V_{wat} = \frac{m_{wat}}{\rho_{wat} \times 3600} \quad (22)$$

Keterangan

V_{wat} = Volume air (m^3/detik)
Mwat = Berat air (kg/jam
ρ_{wat} = Massa jenis air (kg/m^3)

2.6.5. Total volume per detik

Total volume dihitung dengan menggunakan persamaan (Aziz dan Kasim, 2018):

$$V_{tot} = V_{sol} + V_{wat} \quad (23)$$

Keterangan :

V_{tot} = Total Volume (m^3/detik)
Vsol = Volume Padatan (m^3/detik)
Vwat = Volume air (m^3/detik)

2.6.6. Kecepatan Pengendapan

Perhitungan kecepatan pengendapan digunakan sebagai parameter untuk menghitung luas dari kolam pengendapan.

$$V_s = \frac{g \times D^2(\rho_p - \rho_a)}{18\ \mu} \quad (24)$$

Keterangan :

V_s = Kecepatan pengendapan
μ = Viskositas air (kg/m.det)
g = Gaya gravitasi (m/det2)
ρ_p = Berat jenis partikel/kerapatan partikel padatan (kg/m3)
D = diameter partikel padatan (m)
ρ_a = Berat jenis air (1000 kg/m3)

2.6.7. Luas kolam pengendap

Besarnya luas kolam pengendap dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$A = \frac{Q_{tot}}{V_s} \quad (25)$$

Keterangan :

A = Luas kolam pengendap (m^2)
Qtot = Total volume yang dialirkan per detik (m^3/detik)
Vs = Kecepatan jatuh *sediment* (m/s)

2.6.8. Dimensi Kolam Pengendap

Dimensi kolam pengendap (lebar dan kedalaman kolam pengendap) ditentukan berdasarkan kemampuan alat yang digunakan perusahaan untuk membuat kolam pengendap. Sehingga panjang kolam pengendap dapat ditentukan menggunakan persamaan (Aziz dan Kasim, 2018).

$$P = \frac{A}{L} \quad (26)$$

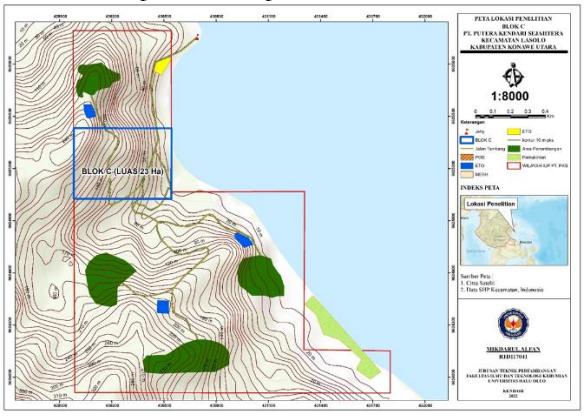
Keterangan :

P = Panjang kolam pengendap (m)
A = Luas kolam pengendap (m^2)
L = Lebar kolam pengendap (m)

3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu penelitian tugas akhir berlangsung selama 2 bulan, lokasi penelitian berada di Kecamatan Lasolo, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara pada wilayah IUP PT. Putera Kendari Sejahtera tepatnya pada blok C. Jarak wilayah IUP PT. Putera Kendari Sejahtera dari Ibukota Provinsi Sulawesi Tenggara adalah ±210 km. Lokasi penelitian ini dapat dicapai dengan menggunakan sarana transportasi darat yaitu kendaraan roda dua maupun roda empat dengan waktu tempuh selama ±7jam dari Kendari Ibukota Sulawesi Tenggara. Adapun lokasi penelitian yang dimaksud dapat dilihat pada **Gambar 4** berikut.



Gambar 4. Peta Lokasi Penelitian

3.2 Jenis Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan jenis penelitian kuantitatif yaitu dengan melakukan pengumpulan data terkait penelitian, selanjutnya dilakukan pengolahan data secara sistematis. Kemudian menganalisis hasil dari pengolahan data primer dan sekunder. Dari hasil analisis tersebut mendapatkan bentuk rancangan sistem penyaliran tambang sesuai dengan kondisi di lokasi penelitian. Setelah itu dapat disimpulkan besarnya debit air limpasan sebelum dilakukan penambangan dan saat dilakukan penambangan, serta dimensi drainase dan kolam pengendap yang sesuai untuk lokasi penelitian berdasarkan hasil analisis tersebut.

3.3 Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian merupakan instrument yang sifatnya membantu penulis dalam proses pengumpulan data dan pengolahan hasil penelitian. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada **Tabel 8** sebagai berikut:

Tabel 8. Alat dan bahan

No	Alat dan Bahan	Kegunaan
1	Alat tulis menulis	Mencatat hasil penelitian
2	Laptop	Untuk mengolah data
3	Kamera	Dokumentasi hasil penelitian
4	*Software Microsoft Exel*	Untuk mengolah data curah hujan
5	*Software Microsoft Word* 2010	Untuk membuat laporan penelitian
6	*Arcgis* 10.5	Untuk membuat peta penelitian, menganalis peta topografi dan menghitung luas daerah tangkapan hujan

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1. Tahap Persiapan

Dalam tahap persiapan ada beberapa bagian yang harus dilaksanakan diantaranya:

1) Perizinan. Pembuatan surat izin penelitian
2) Studi Literatur. Studi literatur bertujuan untuk mengumpulkan, mempelajari, dan membaca berbagai sumber pustaka yang menunjang dan berhubungan dengan kegiatan penelitian yang akan dilakukan.
3) Orientasi Lapangan. Pada tahap ini dilakukan peninjauan langsung ke lapangan yaitu daerah perencanaan sistem penyaliran tambang. Tujuannya adalah sebagai media perkenalan terhadap lokasi penelitian.

3.4.2. Tahap Pengumpulan Data

Pada tahap pengumpulan data didasarkan pada pedoman yang sudah dipersiapkan dalam rancangan penelitian. Data yang dikumpulkan berupa data primer dan data sekunder.

a. Data primer. Data primer yaitu data yang secara langsung diperoleh dilapangan dan masih harus diteliti serta perlu pengolahan lebih lanjut lagi. Data primer yang dimaksud adalah sampel air digunakan untuk mendapatkan nilai TSS (*Total Suspended Solid*) sehingga dapat diketahui persen air dan persen *solid*, data kondisi material dapat diketahui dengan ketetapan derajat hujan dan intensitas curah hujan, data tata guna lahan digunakan sebagai penentuan koefisien limpasan pada daerah tangkapan hujan
b. Data sekunder. Pengumpulan data sekunder yang merupakan pengumpulan data yang diperoleh dari PT. Putera Kendari Sejahtera. Data yang dibutuhkan dari penelitian ini adalah peta topografi WIUP PT. Putera Kendari Sejahtera untuk menampilkan variasi daerah, ketinggian kontur dan tingkat tutupan vegetasi, data curah hujan digunakan untuk mengetahui nilai intensitas curah hujan yang diperoleh dari BWS (Badan Wilayah Sungai) Provinsi Sulawesi Tenggara dan peta rencana penambangan digunakan untuk mendapatkan informasi kondisi daerah yang diteliti serta memberikan gambaran dari sebuah rencana atau *planning* sehingga dapat direncanakan dengan baik

3.4.3. Tahap Pengolahan Data dan Analisis Data

Setelah dilakukan pengumpulan data dari kegiatan sebelumnya, dilanjutkan dengan pengolahan data. Data primer diolah dengan menggunakan *Microsoft Excel* dan *Softwawe Arcgis* 10.5 untuk menunjang tujuan penelitian. Tahapan pengolahan data adalah sebagai berikut:

1) Menghitung nilai Cs dan Ck menggunakan data curah hujan yang diperoleh
2) Menghitung curah hujan rata-rata wilayah
3) Menghitung curah hujan rencana menggunakan metode distribusi normal, log normal, gumbel, dan log pearson III
4) Menghitung intensitas curah hujan menggunakan rumus Mononobe
5) Menghitung luas daerah tangkapan hujan menggunakan software Arcgis 10.5
6) Menghitung nilai koefisien limpasan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Data Curah Hujan

4.1.1. Curah Hujan Rata-Rata

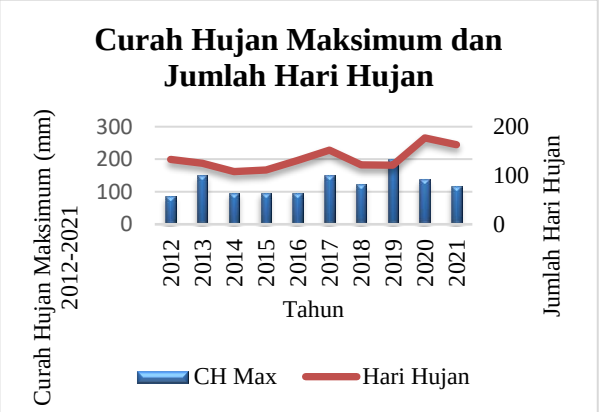
Analisis data curah hujan untuk keperluan rancangan sistem penyaliran tambang, data curah hujan 1 tahun terakhir tidak representatif sehingga dibutuhkan data curah hujan minimal 10 tahun terakhir yaitu 2012-2021 agar dapat menggambarkan siklus periode ulang tahun. Data curah hujan yang digunakan untuk analisis curah hujan merujuk pada stasiun hujan terdekat dengan daerah penelitian yaitu Daerah Wiwirano yang didapatkan dari Badan Wilayah Sungai (BWS) Kota Kendari.

Analisis curah hujan yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan menggunakan data curah hujan maksimum harian pada setiap bulannya dalam periode per tahun. Hal ini dilakukan untuk mengantisipasi adanya hujan ekstrim, agar *drainage* dan *sediment pond* yang dirancang dapat menampung seluruh air, yang masuk sehingga *sediment pond* tidak meluap. Analisis curah hujan rata-rata dihitung dengan menggunakan metode rata-rata aljabar (*metode Arithmatic*). Karena data curah hujan yang didapatkan hanya terdiri dari satu daerah saja yaitu Daearah Wiwirano.

Tabel 9. Data Curah Hujan

No	Tahun	CH Max	Hari Hujan
1	2012	85,5	133
2	2013	150,2	125
3	2014	96,1	108
4	2015	97	111
5	2016	97	131
6	2017	150,1	152
7	2018	123,5	122
8	2019	199,5	121
9	2020	138	177
10	2021	117	163
	$\bar{x}$ CH Max	125,39	

Data tersebut diketahui bahwa curah hujan maksimum terendah terjadi pada tahun 2012 sebesar 85,5 mm/bulan dengan jumlah hari hujan 133 hari/tahun dan curah hujan maksimum tertinggi terjadi pada tahun 2019 sebesar 199,5 mm/bulan, dengan jumlah hujan 121 hari/tahun.



Gambar 5. Curah Hujan Maksimum Tahunan (mm) dan Jumlah Hari Hujan Tahun 2012-2021

Berdasarkan **Tabel 9** diketahui data yang dianalisis merupakan nilai curah hujan maksimum harian pada setiap tahunnya selama 10 tahun terakhir. Kemudian dari data tersebut dapat ditentukan curah hujan rata-rata. Adapun perhitungan rata-rata Curah Hujan Maksimum ($\bar{x}$ CH Max) menggunkan metode sebagai berikut:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \cdots + x_n}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{1.253,9}{10}$$

$$\bar{x} = 125,39$$

Berdasarkan **Tabel 9**, maka dapat dihitung nilai dari Koefisien Kurtosisdan Koefisien Skewnes yang dijabarkan dalam **Tabel 10**.

Tabel 10. Analisis Frekuensi Curah Hujan

Tahun	Xi	$\bar{x}$	S	$(Xi - \bar{x})^2$	$(Xi - \bar{x})^3$	$(Xi - \bar{x})^4$
2012	85,50	125,39	34,98	1591,21	-63473,45	2531955,95
2013	150,20	125,39	34,98	615,54	15271,45	378884,69
2014	96,10	125,39	34,98	857,90	-25128,01	735999,44
2015	97,00	125,39	34,98	805,99	-22882,12	649623,27
2016	97,00	125,39	34,98	805,99	-22882,12	649623,27
2017	150,10	125,39	34,98	610,58	15087,53	372812,94
2018	123,50	125,39	34,98	3,57	-6,75	12,76
2019	199,50	125,39	34,98	5492,29	407033,77	30165272,51
2020	138,00	125,39	34,98	159,01	2005,14	25284,85
2021	117,00	125,39	34,98	70,39	-590,59	4955,05

4.1.2. Analisis Distribusi Curah Hujan

Melalui Penjabarkan **Tabel 10** selanjutnya dilakukan perhitungan Cs dan Ck dengan merujuk dari **Persamaan 4 dan 5**. Sehingga di dapatkan nilai Koefisien Variansi (C_V) Koefisien Kemencengan (C_S) dan Koefisien Kepuncakan (C_K) untuk memilih metode distribusi curah hujan rencana. Dalam metode *Arithmatic Aljabar* dapat dilihat **Tabel 1,** terdapat syarat-syarat untuk menggunakan metode tersebut pada saat analisis curah hujan rencana. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan nilai Koefisien Variansi (C_V) sebesar 0,28 dan nilai

Koefisien Kemencengan (C_S) sebesar 0,99 dan nilai Koefisien Kepuncakan (C_k) sebesar 4,71. Oleh karena itu, berdasarkan **Tabel 1** syarat yang terpenuhi untuk metode distribusi curah hujan yang akan digunakan adalah metode Gumbel.

Beberapa nilai yang harus dihitung untuk menghitung curah hujan rencana menggunakan Metode Gumbel, antara lain adalah nilai standar deviasi (S), nilai varian reduksi rata-rata (Yn), nilai standar deviasi dari variansi reduksi (Sn), dan nilai variansi reduksi (Yt).

a. Menentukan Standar Deviasi (S)

Nilai standar deviasi (S) adalah nilai standar deviasi dari data/sampel yang digunakan. Dalam hal ini banyaknya data yang dimaksud adalah banyaknya data curah hujan yang diperoleh yaitu 10 tahun. Sehingga n yang digunakan adalah 10. Nilai x dan curah hujan rata-rata yang akan digunakan adalah nilai dari hasil perhitungan curah hujan maksimal yang telah diperoleh sebesar 125,39 mm dengan menggunakan (**Persamaan 1**), maka diperoleh nilai standar deviasi (S) adalah sebesar 34,98. Adapun perhitungannya sebagai berikut:

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \overline{X})^2}{n-1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{11.012,49}{9}}$$

$$S = \sqrt{1.223,61}$$

$$S = 34,98$$

Untuk rincian perhitungan nilai standar deviasi dapat dilihat pada **Tabel 11.**

Tabel 11. Perhitungan Standar Deviasi

No	Tahun	Xi	$\bar{x}$	S	(Xi- $\bar{x}$)^2
1	2012	85,50	125,39	34,98	1591,21
2	2013	150,20	125,39	34,98	615,54
3	2014	96,10	125,39	34,98	857,90
4	2015	97,00	125,39	34,98	805,99
5	2016	97,00	125,39	34,98	805,99
6	2017	150,10	125,39	34,98	610,58
7	2018	123,50	125,39	34,98	3,57
8	2019	199,50	125,39	34,98	5492,29
9	2020	138,00	125,39	34,98	159,01
10	2021	117,00	125,39	34,98	70,39

b. Menentukan Nilai Variansi Reduksi Rata-rata/ Reduced Mean (Y_n) dan Reduced Standard Deviation (S_n)/Koreksi Simpangan

Penentuan Y_n dan S_n dari hasil analisis, nilai variansi reduksi rata- rata (Y_n) adalah 0,50 Dan nilai variansi reduksi (S_n) adalah 0,90. Dengan mengetahui nilai standar deviasi (S), nilai variansi reduksi rata- rata (Y_n) dan nilai standar deviasi dari variansi reduksi (S_n), maka penentuan nilai curah hujan rencana (Xr) dapat dihitung dengan menggunakan **Persamaan 14.**

4.1.3. Curah Hujan Rencana

Berikut perhitungan curah hujan rencana periode ulang 25 tahun jika diketahui nilai curah hujan rata-rata sebesar 125,39 mm dan nilai variansi reduksi (Y_t) adalah 3,20 maka nilai curah hujan rencana periode ulang 25 tahun dapat dilihat pada **Tabel 11.**

$$X_r = \overline{x} + \frac{S}{S_n}(Y_t - Y_n)$$

$$Xr = 125,39 + (38,87 \times 2,70)$$

$$Xr = 125,39 + 104,88$$

$$Xr = 230,27 \text{ mm}$$

Dengan cara yang sama mengunkaan **Persamaan 14**, maka nilai perhitungan curah hujan rencana lainnya dapat dilihat pada **Tabel 12.**

Tabel 12. Hasil Perhitungan curah hujan rencana menggunakan metode gumbel

Analisis Distribusi Gumbel									
T	$\bar{x}$	Yt	Yn	Sn	Yt-Yn	(Yt - Yn)/Sn	S	[(Yt - Yn)/Sn] S	Xr
2	125,39	0,37	0,50	0,90	-0,13	-0,15	34,98	-5,19	120,20
5	125,39	1,50	0,50	0,90	1,00	1,11	34,98	38,86	164,25
10	125,39	2,25	0,50	0,90	1,75	1,94	34,98	68,03	193,42
20	125,39	2,97	0,50	0,90	2,47	2,74	34,98	96,01	221,40
25	125,39	3,20	0,50	0,90	2,70	3,00	34,98	104,8	230,27

Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunkan metode Gumbel di atas, diperoleh curah hujan rencana pada periode ulang tertentu yang dapat dilihat pada **Tabel 13.**

Tabel 13. CH Rencana Periode Ulang Tahun (PUT)

PUT	Curah Hujan Rencana
2	120,20
5	164,25
10	193,42
20	221,40
25	230,27

4.1.4. Analisis Intensitas Curah Hujan

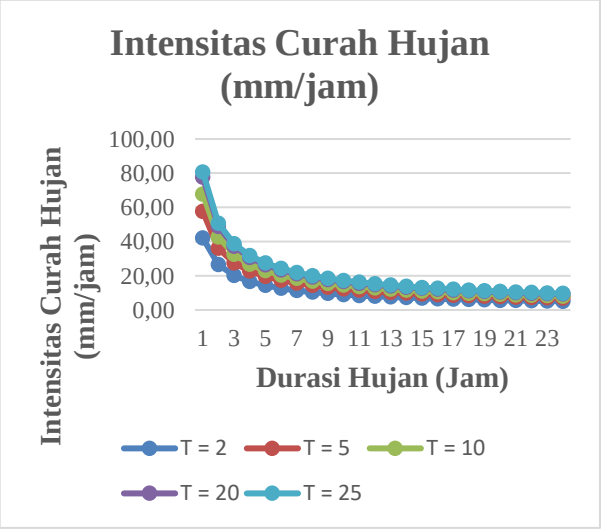
Intensitas hujan adalah curah hujan jangka pendek yang menentukkan tingkat kederasan hujan. Untuk hasil perhitungan intensitas curah hujan rencana selanjutnya dapat dilihat pada **Tabel 14.**

Tabel 14. Intensitas curah hujan rencana

Intensitas Hujan I (mm/jam)					
Durasi Hujan (Jam)	Periode Ulang Tahun				
	2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun	20 Tahun	25 Tahun
	Curah Hujan Rencana Maksimum R_{24} (mm)				
	120,20	164,25	193,42	221,40	230,27
1	42,12	57,55	67,77	77,57	80,68

Durasi Hujan (Jam)	Intensitas Hujan I (mm/jam) Periode Ulang Tahun 2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun	20 Tahun	25 Tahun
	Curah Hujan Rencana Maksimum R_{24} (mm)				
2	26,47	36,17	42,59	48,75	50,71
3	20,17	27,57	32,46	37,16	38,65
4	16,64	22,73	26,77	30,64	31,87
5	14,33	19,58	23,05	26,39	27,45
6	12,68	17,33	20,40	23,35	24,29
7	11,43	15,63	18,40	21,06	21,91
8	10,46	14,29	16,83	19,26	20,03
9	9,66	13,20	15,55	17,80	18,51
10	9,00	12,30	14,49	16,58	17,25
11	8,45	11,54	13,59	15,56	16,18
12	7,97	10,89	12,82	14,68	15,27
13	7,55	10,32	12,15	13,91	14,47
14	7,19	9,82	11,56	13,24	13,77
15	6,86	9,38	11,04	12,64	13,15
16	6,57	8,98	10,57	12,10	12,59
17	6,31	8,62	10,15	11,62	12,09
18	6,07	8,30	9,77	11,19	11,63
19	5,86	8,00	9,42	10,79	11,22
20	5,66	7,73	9,11	10,42	10,84
21	5,48	7,48	8,81	10,09	10,49
22	5,31	7,25	8,54	9,78	10,17
23	5,15	7,04	8,29	9,49	9,87
24	5,01	6,84	8,06	9,22	9,59

Berdasarkan **Tabel 14** diatas dapat diketahui bahwa semakin lama hujan berlangusung maka intensitasnya semakin rendah dan berbanding terbalik dengan periode ulang hujan, di mana semakin besar periode ulang hujan (T) maka intensitas hujan relati tinggi. Adapun grafik hubungan antara intensitas hujan durasi hujan disajikan pada **Gambar 6.**



Gambar 6. Grafik Intensitas Curah Hujan (mm/jam)

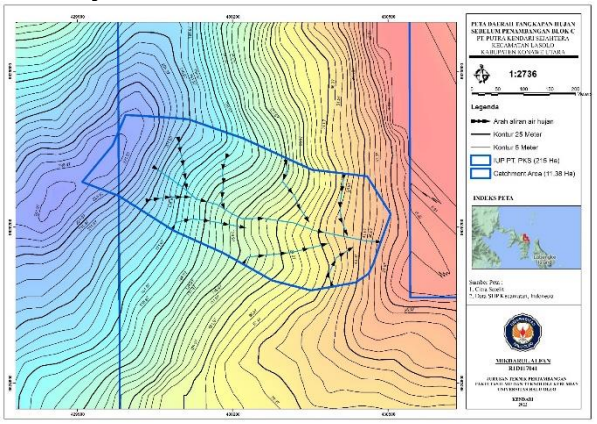
Berdasarkan **Gambar 6** menunjukkan terlihat bahwa intensitas hujan tinggi berlangsung dengan durasi yang relatif cepat dan intensitas hujan rendah berlangsung dengan durasi yang lebih lama, hal tersebut menunjukkan bahwa hujan deras berlangsung pada waktu yang singkat dan hujan tidak deras berlangsung pada waktu yang lama. Selain itu, semakin lama waktu periode ulangyang ditentukan, maka semakin besar pula intensitas curah hujannya.

4.2. Analisis Daerah Tangkapan Hujan (*Catchment Area*)

Daerah tangkapan hujan merupakan suatu daerah yang dibatasi oleh elevasi tertinggi hingga elevasi terendah yang membentuk suatu luasan tertentu. Daerah tangkapan hujan dapat ditentukan berdasarkan kondisi topografi daerah yang dapat diamati secara langsung di lapangan maupun berdasarkan keadaan yang terlihat pada peta kontur atau peta topografi.

Penetuan daerah tangkapan hujan pada PT. Putera Kendari Sejahtera ditentukan melalui kondisi peta PT. Putera Kendari Sejahtera (**Gambar 7**) dan diolah menggunakan *software Arcgis 10.5.* Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam menentukan daerah tangkapan hujan adalah bentuk topografi, elevasi atau titik ketinggian, dan bentuk kontur. Bentuk topografi dalam hal ini adalah bentuk topografi yang akan memungkinkan air mengalir di daerah tersebut, dimana bentuk topografi tersebut dimulai dari topografi yang berbentuk pegunungan hingga bertemu pada topografi yang berbentuk pedataran.

Berdasarkan hasil analisis peta topografi menggunakan *software Arcgis 10.5* di dapatkan luas daerah tangkapan hujan (*catchment area*) pada Blok C yaitu 11, 38 Ha.



Gambar 7. *Cachment Area*

4.3 Analisis Koefisien Limpasan (C)

Dalam menganalisis koefisien limpasan digunakan (**Persamaan 17**), denganmemperhatikan **Tabel 15** Daerah tangkapan hujan yang terdapat di Blok C sebanyak satu wilayah dengan kondisi tata

guna lahan yang beragam sehingga berdasarkan daerah tangkapan hujan tersebut maka dalam analisis limpasannya dibagi menjadi beberapa bagian untuk mendapatkan nilai koefisien limpasan.

Tabel 15. Hasil Perhitungan Koefisien Limpasan Sebelum Penambangan

No	Topografi	Luas		C	Ct	(C)=Ct+Cs+Cv
		Ha	%			
1	Datar (<1%)	0,37	3,25	0,03		
2	Bergelombang (1-10%)	0,26	2,28	0,08		
3	Perbukitan (10-20%)	7,12	62,57	0,16	0,19	
4	Pegunungan (>20%)	3,63	31,90	0,26		
	Total	11,38	100	0,53		
No	**Tanah**	**Luas**		**C**	**Cs**	
		Ha	**%**			
1	Pasir dan kerikil	0	0,00	0,04		
2	Lempung berpasi	11,38	100,00	0,08		0,37
3	Lempung dan lanau	0	0,00	0,16	0,08	
4	Lapisan batu	0	0,00	0,26		
	Total	11,38	100	0,54		
No	**Vegetasi**	**Luas**		**C**	**Cv**	
		Ha	**%**			
1	Hutan	8,26	72,58	0,04		
2	Pertanian	0	0,00	0,11		
3	Rerumputan	0	0,00	0,21	**0,11**	
4	Tanpa tanaman	3,12	27,42	0,28		
	Total	11,38	100	0,64		

Perhitungan debit air limpasan periode ulang 2 tahun diterapkan pada kondisi Blok C yang saat ini memiliki kondisi tanah lempung berpasir, topografi beragam yang mempunyai kondisi datar, bergelombang sampai dengan pegunungan yang terbagi dalam 100 titik pengamatan, sehingga nilai koefisien limpasan yang digunakan berdasarakan hasil analisis adalah 0,37 dengan debit air limpasan yaitu sebesar 0,495 m^3/detik.

Tabel 16. Hasil Perhitungan Koefisien Limpasan Sesudah Penambangan

No	Topografi	Luas		C	Ct	(C)= Ct+Cs+Cv
		Ha	%			
1	Datar (<1%)	0,39	3,43	0,03		
2	Bergelombang (1-10%)	0,28	2,46	0,08	0,22	0,61
3	Perbukitan (10-20%)	3,19	28,03	0,16		
4	Pegunungan (>20%)	7,52	66,08	0,26		
	Total	11,38	100	0,53		
No	**Tanah**	**Luas**		**C**	**Cs**	
		Ha	**%**			
1	Pasir dan kerikil	0	0,00	0,04		
2	Lempung berpasir	5,78	50,79	0,08		
3	Lempung dan lanau	0	0,00	0,16	0,17	
4	Lapisan batu	5,60	49,21	0,26		
	Total	11,38	100	0,54		
No	**Vegetasi**	**Luas**		**C**	**Cv**	
		Ha	**%**			
1	Hutan	2,66	23,37	0,04		
2	Pertanian	0	0,00	0,11		
3	Rerumputan	0	0,00	0,21	0,22	
4	Tanpa tanaman	8,72	76,63	0,28		
		11,38	100	0,64		

Berdasarkan perhitungan untuk nilai koefisien limpasan yang mengacu pada data *pit limit*, diperoleh nilai koefisien limpasan sebesar 0,61. Nilai tersebut digunakan sebagai dasar perhitungan rancangan dimensi saluran dan kolam pengendapan pada Blok C. Dari nilai koefisien limpasan yang diketahui maka hasil perhitungan debit air limpasan sebesar 1,562 m^3/s.

4.4. Debit Air Limpasan

Debit air limpasan merupakan salah satu parameter yang menjadi penentu dalam merancang suatu saluran. Berdasarakan luas daerah tangkapan hujan dan nilai koefisien limpasan yang telah ditentukan dari data sebelum penambangan dan data pit limit, maka rincian perhitungan dan perbandingan besarnya air limpasan dapat dilihat pada **Tabel 17.**

Tabel 17. Anaslisis Debit Air Limpasan

Perhitungan Debit Air Limpasan				
Periode Ulang tahun 2 Tahun (Pra Penambangan)				
Koefisien Limpasan (C)	Catchment Area (km^2)	Intesitas Curah Hujan (mm/jam)	Debit *Run Off* (Q)	
			(m^3/detik)	**(m^3/jam)**
0,37	0,1138	42,12	0,495	1782,61
Periode Ulang tahun 25 Tahun (Setelah Penambangan)				
Koefisien Limpasan (C)	Catchment Area (A)	Intesitas Curah Hujan (I)	Debit *Run Off* (Q)	
		(mm/jam)	**(m^3/detik)**	**(m^3/jam)**
0,61	0,1138	80,68	1,562	5624,85

4.5. Saluran Terbuka (*Drainage*)

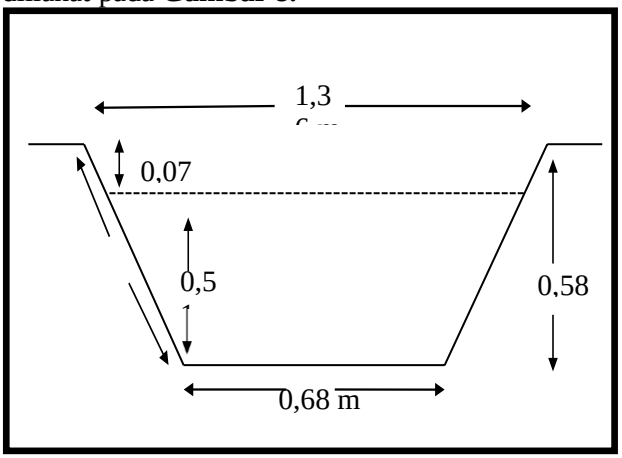
Perencanaan saluran dimaksudkan untuk menampung masuknya air limpasan yang terjadi akibat adanya hujan, sehingga diharapkan dapat terhindar dari adanya genangan air yang akan mengganggu aktivitas yang akan berlangsung di Blok C. Hasil perhitungan dapat dilihat pada **Tabel 18.**

Tabel 18. Hasil Perhitungan rancangan saluran

Perencanaan Saluran	
Keterangan	**Saluran**
Debit (Q)	1,562
Koefisien Kekerasan Manning (n)	0,03
Sudut kemiringan (α)	60º
Kemiringan saluran (m)	0,58
Jari-Jari Hidrolik (R)	0,29
Lebar Dasar Saluran (b)	0,68
Tinggi Jagaan (x)	0,077
Tinggi Saluran Basah (d)	0,511
Tinggi Saluran (h)	0,588
Lebar Saluran Atas (B)	1,36

Perancangan saluran (*drainase*) bertujuan untuk mengalirkan air limpasan hujan dari daerah *front* penambangan menuju *sediment pond*. Dimensi drainase disesuaikan dengan besarnya debit air, sehingga dimensi drainase mengacu pada debit air pada periode ulang 25 tahun untuk daerah tangkapan hujan dan perancangan saluran yang dibuat berbentuk trapeziumsebab lebih efektif dan efisien. Saluran dibuat pada tanah asli sehingga nilai koefisien kekeran manning (n) adalah 0,030 dengan sudut yang digunakan untuk saluran trapezium 60º.

Berdasarakan hasil perhitungan pada Tabel tersebut diketahui lebar permukaan saluran (B) adalah 1,36 m, dengan lebar dasar saluran (b) 0,68 m, kemiringan saluran (m) 0,58, tinggi jagaan (x) 0,077 m serta tinggi saluran (h) 0,588 m, dan kedalaman saluran yang tergenang air/tinggi saluran basah (d) 0,51 m, sehingga rancangan saluran dapat diliahat pada **Gambar 8.**



Gambar 8. Rancangan Saluran

4.6. Kolam Pengendapan (*Sediment pond)*

Kolam pengendapan (*sediment pond*) berfungsi sebegai kolam pengendapan *sediment* atau material yang terbawa bersama air yang bersal dari drainase. Setelahmasuk ke *sediment pond*, air dialirkan menuju *settling pond* yang berfungsi sebagai kolam pengaturan (*Settling*) sehingga air yang akan dialirka ke badan perairan berupa sungai ataupun lautan dapat terminimalisir dari campuran *sediment*.

Beberapa parameter yang harus diperhitungkan dalam merancang kolam pengendapan, antara lain sebagai berikut:

a. Total Debit Air Limpasan

Air limpasan yang masuk ke dalam kolam pengendapan melalui saluran, material yang dibawa terdiri atas 2 jenis yaitu air dan sedimen. Berat masing- masing material yang akan masuk ke dalam kolam pengendapan dihitung berdasarakan parameter yang telah diketahui, yaitu % masing-masing material, dimana % sedimen (padatan) sebesar 0,035%, % air sebesar 0,97% yang akan masuk ke kolam pengendapan (Qtot) sebesar 5.624,85 m^3/jam, dan kerapatan partikel masing-masing material, dimana kerapatan partikel padatan adalah sebesar 1.700 kg/m^3 dan massa jenis air adalah sebesar 1000 kg/m^3. Sehingga diperoleh berat material sedimen (padatan), dan air per m^3. Secara berturut-turut adalah sebesar 334.678,72 kg/jam dan 5.456.107 kg/jam.

Dengan mengetahui berat dari masing-masing material, maka diperoleh besar debit material padatan, dan debit air adalah sebesar 0,055 m^3/jam dan 1,515 m^3/detik sehingga dapat diperoleh total debit air limpasan per detik yang akan masuk ke kolam pengendapan adalah sebesar 1,57 m^3/detik.

b. Kecepatan Jatuh Sedimen

Kecepatan jatuh sedimen dapat dihitung menggunakan beberapa parameter yang telah diketahui, di antaranya yaitu Viskositas Kinematis (v) sebesar 0,00000131 kg/m.s, Diameter Partikel (D) 0,000002 m, Berat Jenis Padatan 1.700 kg/m^3 dan Massa Jenis Air sebesar 1.000 kg/m^3. Maka diperoleh nilai besarnya kecepatan jatuh sedimen sebesar 0,0011637 m/s.

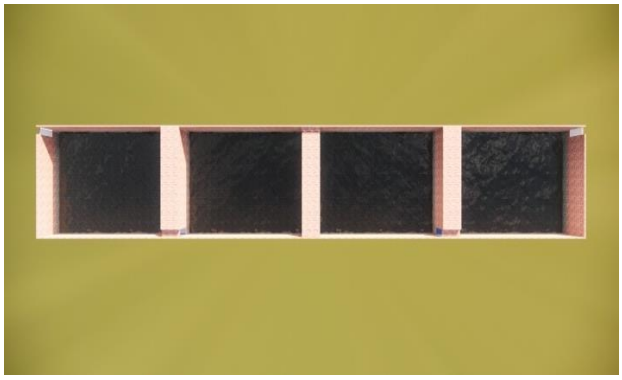
c. Luas Kolam Pengendapan

Untuk menentukan besarnya luas kolam pengendapan dimana pada perhitungan tersebut parameter yang dibutuhkan untuk perdetik (Qtot) dan kecepatan jatuh sedimen (Vs). Dengan menggunkan nilai dari kedua parameter tersebut, maka diperoleh luas kolam pengendapan untuk

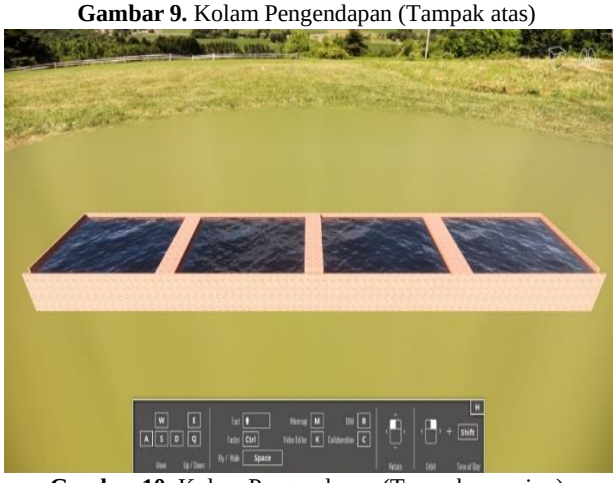
kolam pengendapan yaitu 3.221 m^2 Untuk hasil perhitungan dimensi kolam pengendapan dapat dilihat pada **Tabel 19**.

Tabel 19. Hasil Perhitungan Rancangan Kolam Pengendapan

Sediment Pond			
Keterangan	**Simbol**	**Hasil**	**Satuan**
Debit Air Yang Masuk	Qmat	5624,85	m^3/jam
Berat Padatan M3	msol	334.678,72	kg/jam
Berat Air Per M3	mwat	5.456.107	kg/jam
Debit Padatan	Vsol	0,054686066	m^3/jam
Debit Air	Vwat	1,515585252	m^3/detik
Debit Total	Vtot	1,5702713	m^3/detik
Kecepatan Jatuh Sedimen	Vs	0,0011637	m/s
Panjang Pond	P	90	m
Lebar Pond	L	15	m
Kedalaman Pond	H	5	m
Luas Pond	A	1.349	m2
Volume Pond	Vpond	6.750	m3
Waktu Pengendapan Partikel	tv	27.533,00	detik
Kecepatan Mendatar Partikel	vh	0,0012	m/detik
Waktu Partikel Keluar	th	77340	detik
Presentase Pengendapan	%Sed	0,737462208	%



Gambar 9. Kolam Pengendapan (Tampak atas)



Gambar 10. Kolam Pengendapan (Tampak samping)



Gambar 11. Perencanaan Kolam Pengendapan

5 PENUTUP

5.1 Kesimpulan

a. Rancangan saluran yang dibuat berbentuk trapezium dengan dimensi saluran berdasarakan besarnya debit air limpasan, sehingga perancangan saluran dibuat berdasarkan debit air pada periode ulang 25 tahun yaitu sebesar 1,562 m^3/detik dengan dimensi berupa saluran tinggi saluran basah 0,511 meter, tinggi saluran 0,588 meter, lebar dasar saluran 0,68 meter dan lebar permukaan saluran 1,36 meter.

b. Kolam pengendapan yang dirancang memiliki 4 kompartemen yaitu sediment zone, safety ponda zone, treatment facilities zone, dan mud zone. Kolam pengendapan yang dirancang memiliki lebar kolam pengendapan sebesar 15 meter dengan panjang 90 meter dan tinggi 5 meter.

5.2 Saran

Saran dari penelitian ini adalah perlu diadakan perawatan saluran dan kolam pengendapan secara rutin untuk mengantisipasi kerusakan akibat erosi dan banjir.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Alabio, S.P., dan Lestari U. S. (2016). Kajian Metode Empiris Untuk Menghitung Debit Banjir Sungai Negara Di Ruas Kecamatan Sungai Pandan (Alabio). *Jurnal Poros Teknik*. Vol. 8. No. 2. ISSN: 2085-5761.

[2] Aziz, S., dan Kasim, T. (2018). Evaluasi Sistem Penyaliran Tambang Batubara pada PIT Block B di PT Minemex Indonesia Kabupaten Sarolangun, Jambi. *Jurnal Bina Tambang*. Vol. 4. No. 1. ISSN 2302-3333.

[3] Cahyadi, T. A., Butungan, J., Sudiyanto, A., Amrin, D., Siri, H. T., dan Nusanto, G. (2019). Rancangan Sistem Penyaliran Pada

Lokasi Disposal Tambang Nikel. *Jurnal Teknik*. Vol. 18. No. 1. ISSN: 1412-8810.

[4] Fasdarsyah. (2014). Analisis Curah Hujan Untuk Membuat Kurva Intensity-Duration-Frequency (IDF) Di Kawasan Kota Lhokseumawe. *Teras Jurnal*. Vol. 4. No. 1. ISSN: 2088-0561.

[5] Khusairi, A. R., Kasim, T., dan Yunasril. (2021). Kajian Teknis Sistem Penyaliran Tambang pada Tambang Terbuka Batubara PT Nusa Alam Lestari, Kenagarian Sinamar, Kecamatan Asam Jujuan, Kabuapaten Dharmasraya. *Jurnal Bina Tambang*. Vol. 3. No. 3. ISSN: 2302-3333.

[6] Kustamar. (2019). Sistem Drainase Perkotaan pada Kawasan Pertanian, Urban, dan Pesisir. Jawa Timur. *Dream Litera Buana*. ISBN 978-623-7598-10-7.

[7] Lashari, Kusumawardani, R., dan Prakasa, F. (2017). Analisa Distribusi Curah Hujan di Area Merapi Menggunakan Metode Aritmatika dan Poligon. *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*. Vol. 19. No. 1. ISSN: 1411-1772.

[8] Marwan, Widodo, S., dan Jafar, N. (2016). Kajian Teknis Penirisan Tambang Nikel Laterit Mengunakan Metode Mine Dewatering. *Jurnal Geomine*. Vo. 4. No. 3. ISSN: 2541-2116.

[9] Purwaningsih, D. A., dan Suhariyanto. (2015). Kajian Dimensi Penyaliran pada Tambang Terbuka PT. Baturona Adimulya Kabupaten Musi Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan. *Jurnal Geologi Pertambangan*. Vol. 2. ISSN: 0125-9849.

[10] Putri, Y. E. (2014). Analisa Penyaliran Air Tambang Batu Kapur PT. Semen Baturaja (Persero) Di Pabrik Baturaja. *Jurnal Desiminasi Teknologi*. Vol. 2. No. 1. ISSN: 2503-5398.

[11] Sepniko, R., Murad, M., dan Anaperta, Y. M. (2018). Kajian Teknis Sistem Penyaliran Tambang Terbuka pada Penambangan Batubara Blok B PT Minemex Indonesia Desa Talang Serdang Kecamatan Mandiangin Kabupaten Sarolangun Provinsi Jambi. *Jurnal Bina Tambang*. Vol 3. No. 4. ISSN: 2302-3333.

[12] Setiawan, A. (2012). Perbandingan Koefisien Variasi Antara 2 Sampel Dengan Metode Bootstrap. *Jurnal D'Cartesian.* Vol. 1. No. 1. ISSN: 2685-1083.

[13] Siahaan, R., Alam, P. N., dan Mutia, F. (2017). Evaluasi Teknis Sistem Penyaliran Tambang, Studi Kasus: PT. Bara Energi Lestari Kabupaten Nagan Raya, Aceh. *Jurnal Ilmiah* Mahasiswa *Teknik Kebumian*. Vol. 1. No. 1. ISSN: 2722-2799.

[14] Syarifuddin, S., Widodo, S., dan Nurwaskito, A. (2017). Kajian Sistem Penyaliran Pada Tambang Terbuka Kabupaten Tanah Bumbu Provinsi Kalimantan Selatan. *Jurnal Geomine*. Vol. 5. No. 2. ISSN: 2443-2083.

[15] Upomo, T. C., dan Kusumawardani, R. (2016). Pemilihan Distribusi Probabilitas Pada Analisa Hujan Dengan Metode Goodness of Fit Test. *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*. Vol. 18. No. 2. ISSN: 2503-1899.

[16] Verrina, G. P., dan Anugrah, Dinar Dwi, Sarino. (2013). Analisa Runoff Pada DAS Lematang Hulu. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan.* Vol. 1. No. 1. ISSN: 2355-374X.

[17] Viandaru, L. V, dan Jati, S. N. (2020). Implementasi Parameter Hidrolika Guna Zonasi Kawasan Rawan Banjir Pada Sub Das Komering Ulu, Sumatera Selatan. *Jurnal Prosiding Seminar Teknologi Kebumian.* Vol. 2. No. 1. ISSN: 2686-0651.

[18] Winarno, G. D., Hatma, dan Soejoko, S. A. (2010). Buku Ajar Hidrologi Hutan. In *Universitas* Lampung. *Bandar Lampung*. ISBN: 978-602-8616-42-3.